GIOVANNI VIRGINIO SCHIAPARELLI

IL PIANETA MARTE

Estratto dalla rivista «Natura ed Arte», anno II, fascicoli 5 e 6 (1° e 15 febbraio 1893).

Testo elettronico di Danilo Romei

Banca Dati Telematica "Nuovo Rinascimento"
(www. nuovorinascimento.org)

6 ottobre 2015

Nelle belle sere dell'autunno passato una grande stella rossa fu veduta per più mesi brillare sull'orizzonte meridionale del cielo; era il pianeta Marte, che si accostava per qualche tempo alla Terra in una delle sue apparizioni, solite a ripetersi ad intervalli di 780 giorni. Nella schiera degli otto pianeti principali Marte occupa, per volume, il penultimo luogo; il solo Mercurio è più piccolo di lui. Ma in certe posizioni, in cui egli ritorna ad intervalli di sedici anni, Marte può avvicinarsi alla Terra più dell'usato, brillando più di ogni altro pianeta, Venere sola eccettuata; ed in tali contingenze tanto arde di luce rossa, da meritare il nome, che i Greci gli diedero, di *Pyrois* (infocato). Nei tempi ormai per sempre passati, quando si pretendeva di leggere in cielo l'avvenire degli umani eventi, queste grandi apparizioni di Marte erano lo spavento dei popoli, e davano molto da fare agli astrologi, ai quali incombeva il compito, non sempre facile, di studiare l'influsso del pianeta sulle vicende guerresche e sulle costellazioni politiche del momento. Anche ora la grande apparizione testé avvenuta di Marte ha destato il pubblico interesse; ma per una ragione ben diversa. Oggi è nata presso alcuni la speranza, che da osservazioni diligenti fatte sulla sua superficie con giganteschi telescopi, si possa ottenere quando che sia la soluzione di un gran problema cosmologico; arrivar cioè a sapere, se i corpi celesti possano dirsi sede di esseri intelligenti, o, almeno, di esseri organizzati.

L'idea di popolare gli astri e le sfere celesti d'intelligenze pure o corporee, di animali e di piante, non è nuova; ed una curiosa rassegna sarebbe a farsi di tutti gli scrittori antichi e moderni che si esercitarono su questo tema, incominciando dal *Sogno di Scipione* di Cicerone, e dalla *Storia veridica* di Luciano Samosatese, e venendo giù per Dante, Giordano Bruno, Ugenio e Kircher a quegli eleganti novellatori francesi Cyrano di Bergerac, Fontenelle, Voltaire, i quali posero negli spazi celesti il teatro delle loro argute o satiriche descrizioni, per arrivare in ultimo al celebre Hans Pfaal d'Amsterdam, ben noto ai lettori di Edgar Poe. La maggior parte di questi scritti però o professano di esser pure immaginazioni poetiche, o sono scherzi di ingegno dei quali il vero pregio deve cercarsi in tutt'altra parte che in una seria discussione dell'argomento di cui stiamo discorrendo. Ma nel presente secolo diversi scrittori tentarono di elevare la pluralità dei mondi abitati alla dignità di questione filosofica. Lasciando da parte le sedicenti rivelazioni degli spiritisti, che ai nostri tempi hanno rinnovato ed anzi superato le visioni di Swedenborg, basterà nominare Giovanni Reynaud (*Terre et Ciel*) e Davide Brewster (*More Worlds than one*) i quali collocarono negli astri le speranze della nostra vita futura e seppero trovare, non dirò dimostrazioni (che in questa materia non ve n'è) ma pensieri ed aspirazioni che ebbero e sempre avranno eco vivissima nel sentimento di molti. Metafisica per metafisica, preferiamo questa ai dogmi brutali e scoraggianti del materialismo. Quanto ai teologi cristiani, essi, seguendo l'esempio di San Tommaso, quasi tutti osteggiarono l'idea che possano esistere altri mondi simili al mondo terrestre. Dico, quasi tutti, perché noi leggiamo in uno di loro, a cui certamente nessuno ha potuto far rimprovero d'empietà, le parole seguenti:[1]

> Il creato, che contempla l'astronomo, non è un semplice ammasso di materia luminosa; è un prodigioso organismo, in cui, dove cessa l'incandescenza della materia, incomincia la vita. Benché questa non sia penetrabile ai suoi telescopii, tuttavia, dall'analogia del nostro globo, possiamo argomentarne la generale esistenza negli altri. La costituzione atmosferica degli altri pianeti, che in alcuno è cotanto simile alla nostra, e la struttura e la composizione delle stelle simile a quella del nostro sole, ci persuadono che essi, o sono in uno stadio simile al presente del nostro sistema, o percorrono taluno di quei periodi, che esso già percorse, o è destinato a percorrere. Dall'immensa varietà delle creature che furono già e che sono sul nostro globo, possiamo argomentare le diversità di quelle che possono esistere in altri. Se da noi l'aria, l'acqua e la terra sono popolate da tante varietà di esse, che si cambiarono le tante volte al mutare delle semplici circostanze di clima e di mezzo; quante più se ne devon trovare in quegli

1 SECCHI. *Lezioni di fisica terrestre*, p. 214-216.

sterminati sistemi, ove gli astri secondarii son rischiarati talora non da uno, ma da più Soli alternativamente, e dove le vicende climateriche succedentisi del caldo e del freddo devono essere estreme per le eccentricità delle orbite, e per le varie intensità assolute delle loro radiazioni, da cui neppure il nostro Sole è esente!

Sarebbe però ben angusta veduta quella di voler modellato l'Universo tutto sul tipo del nostro piccolo globo, mentre il nostro stesso relativamente microscopico sistema ci presenta tante varietà; né è filosofico il pretendere che ogni astro debba esser abitato come il nostro, e che in ogni sistema la vita sia limitata ai satelliti oscuri. È vero, che essa da noi non può esistere che entro confini di temperatura assai limitati, cioè tra 0° e 40°-45° gradi centesimali, ma chi può sapere se questi non sono limiti solo pei nostri organismi? Tuttavia, anche con questi limiti, se essa non potrebbe esistere negli astri infiammati, questi astri maggiori avrebbero sempre nella creazione il grande ufficio di sostenerla, regolando il corso dei corpi secondarii mediante l'attrazione delle loro masse, e di avvivarle colla luce e col calore. E qual sorpresa sarebbe, se fra tanti milioni, anche molti e molti di questi sistemi fossero deserti? Non vediamo noi che sul nostro globo regioni, in proporzioni assai estese, sono incapaci di vita? L'immensità della fabbrica, non verrebbe perciò meno alla sua dignità, né allo scopo inteso dell'Architetto.

La vita empie l'universo, e colla vita va associata l'intelligenza; e come abbondano gli esseri a noi inferiori, così possono in altre condizioni esisterne di quelli immensamente più capaci di noi. Fra il debole lume di questo raggio divino, che rifulge nel nostro fragile composto, mercé del quale potemmo pur conoscere tante meraviglie, e la sapienza dell'autore di tutte le cose è una infinita distanza, che può essere intercalata da gradi infiniti delle sue creature, per le quali i teoremi, che per noi son frutto di ardui studi potrebbero essere semplici intuizioni.

Mi son permesso di trascrivere questo passo del Secchi, perché è difficile dir più e meglio in sì poche parole. Ai nostri tempi la dottrina della pluralità dei mondi abitati da esseri viventi ed intelligenti ha trovato un ardente apostolo in Camillo Flammarion. Questo dotto ed immaginoso scrittore, nel quale la scienza copiosa ed ordinata dei fatti d'osservazione non impedisce l'esercizio di una fantasia potente e della più seducente eloquenza, già da trent'anni va svolgendo la questione sotto i suoi varii aspetti in diverse opere, le quali e da chi consente, e da chi dubita si fanno leggere assai volentieri.[2] Egli si è proposto di sottrarre questo tema alla fantasia dei poeti ed all'arbitrio dei novellieri, e di circondare l'ipotesi della pluralità dei mondi abitati con tutto l'apparato scientifico, che oggi è possibile chiamare in suo soccorso; di darle così tutto quel grado di logica consistenza e di probabilità empirica di cui è capace. «Faire converger toutes les lumières de la science vers ce grand point, la Vie universelle; l'éclairer dans son aspect réel; établir ses rayonnements immenses et montrer qu'il est le but mystérieux autour du quel gravite la création toute entière; agrandir ainsi jusque par de là les bornes du visible le domaine de l'existence vitale, si longtemps confiné à l'atome terrestre; déchirer les voiles qui nous cachaient le règne de l'existence à la surface des mondes; et sur la vie à l'infini répandue permettre à la pensée de planer dans son auréole glorieuse; c'est là, selon nous, un problème, dont la solution importe à notre temps». Questo è lo splendido programma al quale il cosmologo francese ha consacrato il suo ingegno e la sua varia coltura. Leggendo le sue pagine animate da calda eloquenza ed ardenti del desiderio dell'ignoto, si è tratti ad esclamare coll'Ettore virgiliano:

Si Pergama dextra
Defendi possent, certe hac defensa fuissent.

Se fosse stato possibile dimostrare la esistenza della vita e dell'intelligenza nei globi celesti con altri argomenti, che con quelli della diretta osservazione, nessuno più del Flammarion avrebbe meritato di farlo. Ma pur troppo è da confessare che, quanto a risultati di osservazione, finora abbiamo poche speranze e nessun fatto. La Luna, che di tutti gli astri è senza paragone il più prossimo a noi, e nella quale oggetti di 400 e 500 metri di diametro sono visibili senza troppa difficoltà nei potenti telescopi del tempo moderno, la Luna non ha dato fatti, e non dà neppure speranze. Più la si esamina, e più si ha ragione di credere, che sia un deserto di aride rupi, privo d'ogni elemento necessario alla vita organica. Né fatti, né speranze si possono avere dallo studio della superficie di Venere, che fra tutti i pianeti è quello che può avvicinarsi maggiormente alla Terra. La sua atmosfera è perpetuamente ingombra di dense nuvole, le quali finora hanno impedito, ed impediranno probabilmente ancora per lunghi secoli (se non per sempre) di conoscere i particolari del suo corpo solido, e quanto su di esso avviene. Per ragioni non dissimili (a cui si aggiunge la grande lontananza) nulla avremo a sperare in quest'ordine di idee dallo studio dei grandi pianeti superiori, Giove, Saturno, Urano, e Nettuno. Quanto a Mercurio, le sue osservazioni sono di una estrema difficoltà, avviluppato com'egli è di continuo nella luce del Sole; tanto, che solamente negli ultimi anni è stato possibile discernervi entro qualche macchia con sufficiente frequenza e determinare il vero periodo della sua rotazione. Non parliamo né del Sole, né delle stelle, né delle comete, né delle nebule; tutti corpi, dei quali la costituzione fisica non sembra propria alla produzione e alla conservazione della vita, almeno nelle forme con cui noi l'intendiamo.

Tutte le nostre speranze si sono quindi poco a poco concentrate su Marte, il solo astro che possa giustificarle sino ad un certo punto, siccome or ora si vedrà. Tali speranze si sono accresciute ed hanno raggiunto anzi presso alcuni un grado di esaltazione quasi febbrile, dopo che un esame accurato di quel pianeta ha fatto scoprire in esso alcuni cambiamenti, e un sistema di misteriose configurazioni, in cui con un po' di buona volontà si potrebbe congetturare

2 Leggansi particolarmente: *La Pluralité des Mondes Habités*: *Les mondes imaginaires et les Mondes réels*: *Récits de l'Infini*: *Les Terres du Ciel*: *Contemplations Scientifiques*.

piuttosto il lavoro di esseri intelligenti, anzi che la semplice opera delle forze naturali inorganiche. L'ultima grande apparizione di Marte ha dato origine ad espressioni entusiastiche di tali speranze, specialmente presso i Nordamericani; i quali, possedendo nel loro Osservatorio di California il più gran cannocchiale che mai sia stato costrutto, avrebbero tutto il diritto al vanto di aver scoperto non solo un nuovo mondo, ma anche una nuova umanità. Ma in Francia l'agitazione delle menti ispirata dal Flammarion ha prodotto effetti anche più straordinari: ivi con tutta serietà sono proposte ingenti somme come premio a chi sarà primo a dimostrare, per mezzo della diretta osservazione, che esistono in alcuno degli astri indizî certi di esseri intelligenti. In America poi ed in Francia si sta macchinando la costruzione di nuovi telescopi d'inusata potenza, il costo dei quali si conterà per milioni. Fra tanti segni dei tempi questo almeno ci dà diritto a sperar bene dell'avvenire. L'ansietà con cui molti guardano alle tenebre del futuro non mi sembra in ogni parte giustificata. Non è vero che l'età presente, più delle passate, manchi di elevati principi e di aspirazioni ideali. Il secolo decimonono può considerare con orgoglio quello che ha fatto; il suo posto negli annali del progresso umano non sarà senza gloria. A costo d'incredibili fatiche e di eroici sacrifizi esso ha compiuto ormai l'esplorazione di tutta la superficie terrestre, sulle cui carte non restano che poche lacune. Penetrando nelle viscere del nostro pianeta, ha mostrato la storia delle trasformazioni a cui fu soggetto, ed ha rievocato dal loro sepolcro le infinite generazioni che lo popolarono per milioni di anni. Coll'investigazione archeologica, collo studio dell'etnografia e della filologia ha ritrovato i veri titoli di nobiltà del genere umano, e fatto risorgere alla luce del giorno i primi prodotti delle sue civiltà. Con estese associazioni di pazienti e di instancabili osservatori ha iniziato lo studio dell'atmosfera, e delle sue leggi, che sarà uno dei grandi problemi del secolo XX. Ma tutto questo non gli è bastato; e dopo aver proseguito energicamente nello studio dei cieli, della materia, e delle forze naturali l'opera dei secoli anteriori e fondata la chimica degli astri, di cui prima pareva follia parlare; ora aspira a più alta meta, e ansiosamente comincia a spiare, se qualche voce di simpatia e di fratellanza non ci possa venir dalle profondità cosmiche; e per ottenerne indizio è pronto a spender per un solo telescopio più somme, di quante ne abbian spese in favore della scienza pura tutti i secoli precedenti insieme considerati. Ecco uno, un solo dei tanti aspetti nobili, moralmente grandiosi, poetici, sotto cui si presenterà alla posterità imparziale quel secolo, che allo spettatore unilaterale sembra essere per eccellenza il secolo della prosa, dell'egoismo, della meccanica brutale, dei godimenti materiali. Noi siamo migliori di quello che crediamo essere! La stessa difficoltà che proviamo ad esser contenti e soddisfatti di noi medesimi, è un segno di progresso e di forza. Ma torniamo al nostro argomento.

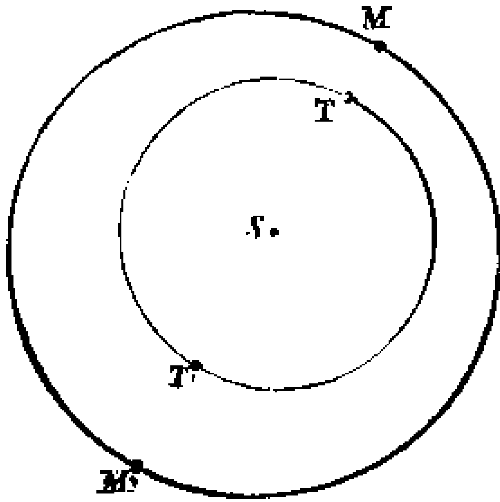
II.

Nella scala delle orbite planetarie, la Terra occupa, a partir dal Sole, il terzo posto e Marte il quarto. L'orbita di Marte comprende quindi dentro di sé l'orbita della Terra; ed è di essa più grande nel rapporto di circa 3 a 2. Ambedue le orbite sono di forma leggermente ovale, ma così per l'una come per l'altra la differenza fra il più grande e il più piccolo diametro è relativamente trascurabile: in altre parole, la differenza di queste orbite da un circolo perfetto è assai poca, tanto che occorrerebbero disegni in molto grande scala per renderla sensibile a misure fatte col compasso. Il Sole non si trova nel centro né dell'una, né dell'altra, e questo difetto di centratura è assai maggiore per Marte che per la Terra. La Terra gira intorno al Sole in ragione di 30 chilometri per minuto secondo; Marte in ragione di 24 chilometri. Essendo questi più lento, e dovendo percorrere un circolo più grande, impiega, a far il suo giro completo intorno al Sole, 687 giorni, quasi il doppio dei 365 che impiega la Terra a fare il proprio.

Quindi appare subito manifesta la ragione per cui così di raro Marte rifulge in tutto il suo splendore. Movendosi i due astri intorno al Sole in periodi così differenti, per lo più si troveranno in parti molto distanti dello spazio celeste, e soltanto saranno vicini, quando l'uno e l'altro giaceranno nella medesima direzione a partir dal sole. Trovandosi allora i tre corpi (Sole, Terra, Marte) in linea retta, e la Terra (come quella che è più vicina al Sole) occupando il posto di mezzo, allo spettatore terrestre, Marte ed il Sole appariranno in plaghe opposte al cielo; e questo intendono dire gli astronomi quando parlano di Marte in *opposizione* col Sole. Le epoche adunque in cui Marte si presenta a noi più vicino, sono quelle delle opposizioni, le quali ricorrono ad intervalli di circa ventisei mesi, o 780 giorni.

Ma non in tutte le opposizioni Marte giunge ad avvicinarsi alla Terra in egual misura. Mentre l'orbita della Terra è quasi esattamente centrata sul Sole, quella di Marte è invece notabilmente eccentrica: la loro proporzione e disposizione può vedersi rappresentata nella figura qui a lato, dove S rappresenta il Sole, il circolo minore è quello della Terra, il maggiore quello di Marte. Ora si vede subito, che quando i due pianeti si avvicinano fra loro nella parte più serrata dell'intervallo fra le due orbite, la Terra essendo in T e Marte in M, si ha il massimo avvicinamento possibile, siccome (con poca differenza) è accaduto nel 1877 e nel 1892, e di nuovo accadrà nel 1909. Queste, che ricorrono ad intervalli alternati di 15 e di 17 anni, diconsi le *grandi opposizioni*. Marte allora è veramente stupendo a considerare coll'occhio nudo, ma più ancora col telescopio. Tuttavia anche in tale favorevolissima posizione il suo diametro apparente non supera la settantacinquesima parte del diametro apparente del Sole o della Luna: così che occorre un telescopio amplificante 75 volte perché in esso Marte si presenti come la Luna all'occhio nudo. Ma nelle comuni opposizioni non si arriva neppure a tanto: e

quando i due pianeti occupano i punti designati sulla figura con T' M', la minima loro distanza T'M' è quasi doppia della TM. In queste opposizioni meno fortunate il massimo diametro apparente a cui Marte può arrivare non supera 1/150 del diametro lunare, ed è necessario amplificarlo 150 volte per vederlo come la Luna ad occhio nudo. La sua superficie apparente e la sua luce sono allora soltanto *il quarto* di quella che si vede nelle grandi opposizioni.



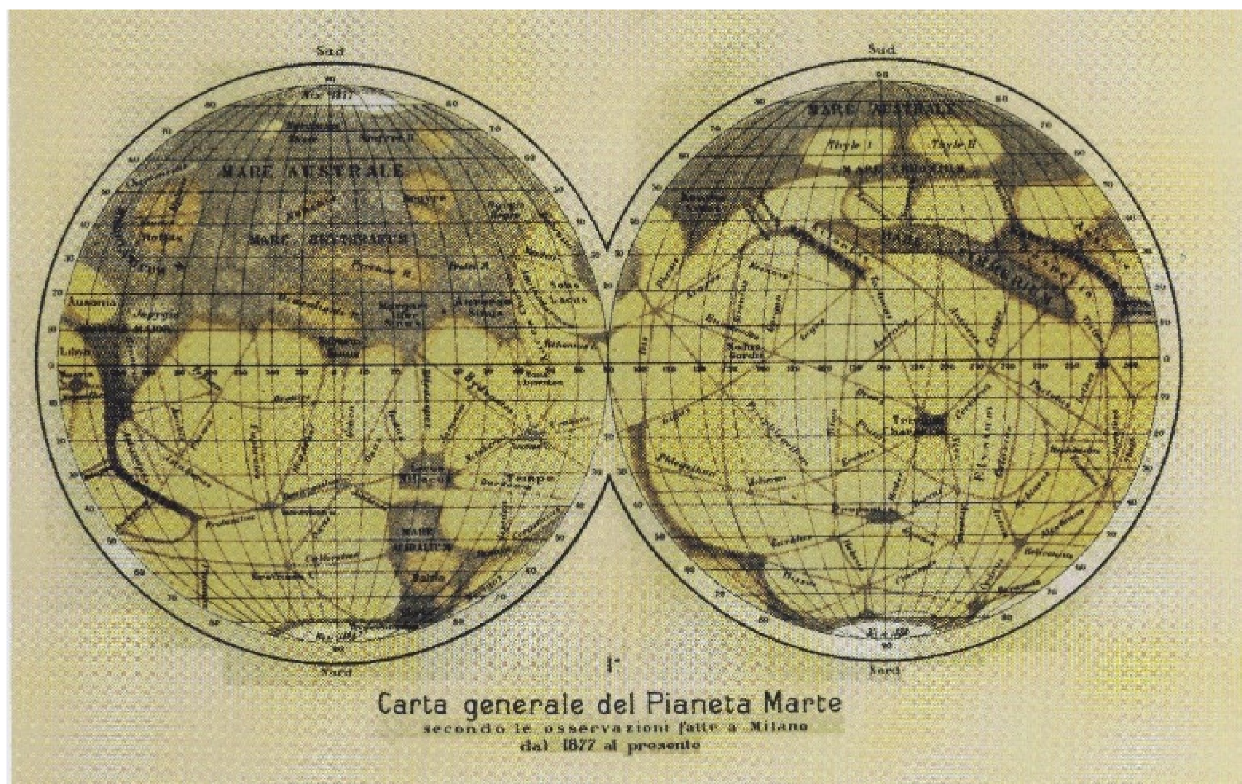
Non conviene dunque illudersi su questi, che abbiam chiamato avvicinamenti di Marte alla Terra; sono vicinanze relative, e la Luna, che pure dista da noi trenta diametri del globo terrestre, ha ancora su Marte un grandissimo vantaggio. Il 2 Settembre 1877 e il 6 Agosto 1892, giorni delle ultime grandi opposizioni, ebbe luogo la minima distanza possibile del pianeta, che fu di quasi 57 milioni di chilometri e di 146 volte la distanza della Luna. Mentre adunque in questa un telescopio di mediocre potenza è capace di rilevare montagne, valli, circhi e crateri senza numero ed un'infinità di altri particolari topografici,[3] ben altro potere ottico sarà necessario, perché si possano vedere distintamente in Marte anche soltanto le configurazioni delle macchie principali. L'esperienza ha fatto vedere che non è difficile di rilevar nella Luna, col soccorso dei maggiori telescopi, un oggetto rotondeggiante di mezzo chilometro di diametro, o una striscia di 200 metri di larghezza. In Marte si può arrivare a distinguere come punto un oggetto rotondeggiante di 60 a 70 chilometri di diametro, e come linea sottile una striscia di 30 chilometri di larghezza. Il corso di un fiume come il Po sarebbe facile a distinguersi nella Luna su quasi tutta la sua lunghezza, ma nessuno dei maggiori fiumi della Terra riuscirebbe a noi visibile in Marte. E mentre nella Luna una città come Milano (od anche soltanto Pavia) sarebbe già un oggetto ben vidibile a noi, in Marte non potremmo sperare di vedere neppure Parigi e Londra, ed appena con molta attenzione sarebbe possibile distinguervi isole rotondeggianti della grandezza di Majorca, od isole allungate, grandi come Candia e Cipro.

Non farà dunque meraviglia, che Galileo, i cui telescopi non superarono mai l'amplificazione di 30 diametri, non abbia potuto fare in Marte alcuna scoperta. Primo ad osservare con qualche sicurezza le macchie di questo pianeta fu il celebre Ugenio, che le vide coll'aiuto di telescopi lavorati da lui stesso, assai più perfetti e più grandi di quelli di Galileo (1656-1659). Pochi anni dopo, Domenico Cassini a Bologna (1666) non solo riconobbe diverse macchie, ma dal loro rapido spostarsi sul disco fu condotto a scoprire la rotazione del pianeta intorno ad un asse obliquo, a similitudine della Terra: dalla qual rotazione definì la durata in 24 ore e 40 minuti. I telescopi usati da Cassini erano lavorati in Roma dal più celebre artefice ottico di quei tempi, Giuseppe Campani, i cui lavori godettero di un incontrastabile primato per quasi cent'anni, fino a che per opera di Short, di Dollond e di Herschel tale vanto passò per qualche tempo all'Inghilterra. E con telescopi di Campani fece Bianchini in Verona nel 1719 i primi disegni alquanto accurati delle macchie di Marte, scoprendo in esse particolari abbastanza difficili, quale per esempio la sottile penisola che nella carta annessa porta il nome di *Hesperia*. Verso la fine del secolo scorso Herschel e Schroeter dallo studio delle candide macchie polari del pianeta dedussero l'obliquità del suo asse di rotazione rispetto al piano dell'orbita, quell'angolo, cioè, che per la Terra costituisce l'obliquità dell'eclittica, ed è poco diverso nell'uno e nell'altro pianeta. Così fu determinato anche per i due emisferi di Marte il corso periodico delle stagioni, e la legge delle variazioni dei climi, che tanta analogia mostrano con le nostre.

Tutte queste osservazioni però non erano sufficienti a dare una descrizione completa della superficie di Marte. Come vero fondatore dell'*Areografia*[4] dobbiamo considerare il tedesco Maedler, il quale nel 1830, valendosi di un perfettissimo telescopio di Fraunhofer (celebre ottico di Monaco, per cui opera il primato nella costruzione dei telescopi passò verso il 1820 alla Germania), vide e descrisse le macchie del pianeta incomparabilmente meglio che tutti gli astronomi anteriori. Maedler fu il primo a determinare con misure bene ordinate la posizione di un certo numero di punti principali sulla superficie di Marte rispetto all'equatore e ad un primo meridiano, che è quello notato zero sull'annessa carta.

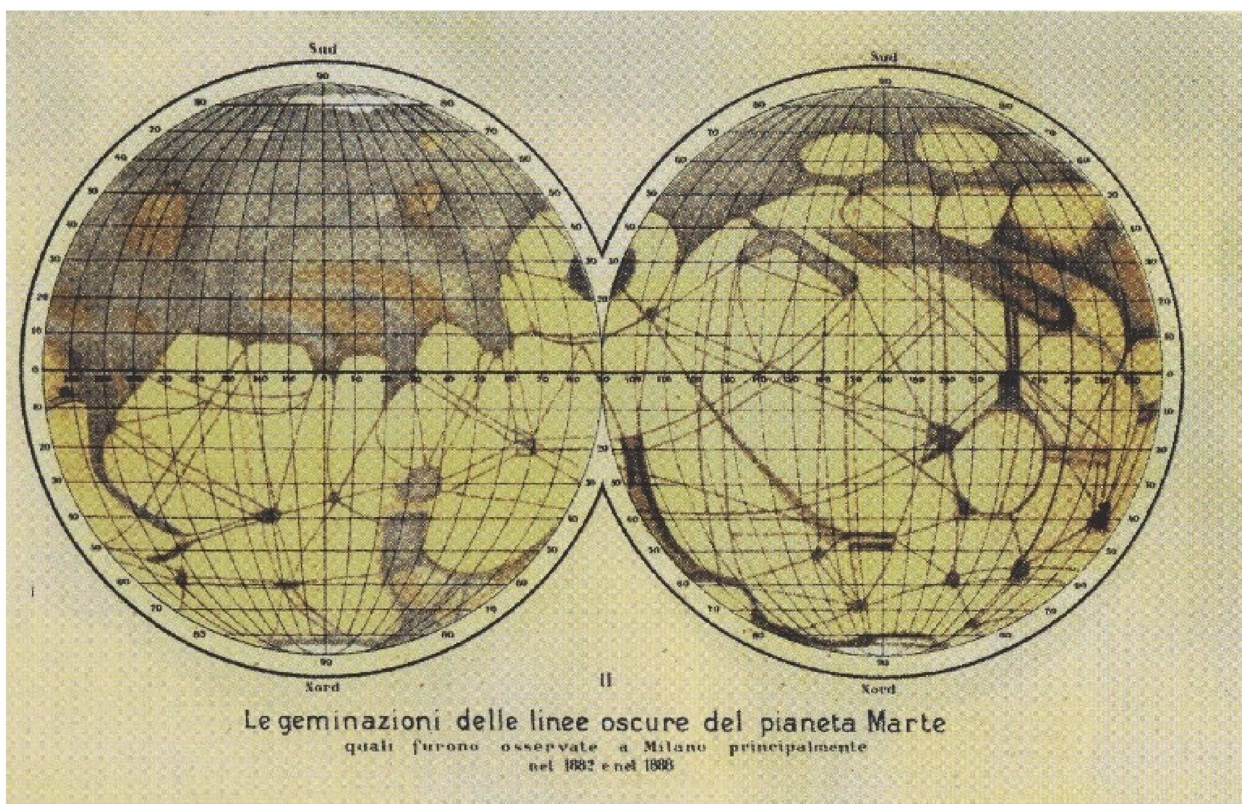
[3] La carta lunare di Schmidt, fatta con telescopi di 10 a 15 centimetri, ha due metri di diametro ed in essa son figurati nientemeno che 32.856 crateri.

[4] Parola che significa descrizione di Marte ed è derivata dal nome greco di questo pianeta, *Ares*, come dal nome greco della Terra è derivato il nome della Geografia.



I

Carta generale del Pianeta Marte
secondo le osservazioni fatte a Milano
dal 1877 al presente



II

Le geminazioni delle linee oscure del pianeta Marte
quali furono osservate a Milano principalmente
nel 1882 e nel 1888

Ordinando rispetto a questi punti le diverse particolarità topografiche riuscì a costruire la prima carta areografica: la quale, comeché ancora incompleta e necessariamente limitata a poche macchie principali, è tuttavia monumento onorevole della sua cura e diligenza, e rappresenta per la descrizione di Marte quello che 2000 anni fa la carta di Eratostene fu per la geografia terrestre. Questa carta per più di 30 anni fu non soltanto la migliore, ma anzi l'unica; e soltanto verso il 1860 si cominciò a fare nello studio del piane-

ta qualche progresso ulteriore, specialmente per le osservazioni di Secchi, Dawes, Kaiser, e Lockyer. Da quell'epoca e specialmente a partire dalla grande opposizione del 1862 quei progressi si vennero accelerando, ed a ciò contribuirono non poco i grandissimi telescopi, che negli ultimi tempi gli ottici, specialmente quelli d'America, hanno imparato a costruire.[5]

Dalla comparazione di tutte le nuove ed antiche osservazioni risultò come primo fatto importante, che la forma e disposizione delle macchie del pianeta è invariabile nei suoi tratti principali, com'è sulla Terra la distribuzione dei mari e della parte asciutta. Noi possiamo, per esempio, riconoscere nei disegni di Ugenio (1659) il golfo appellato *Gran Sirte* (vedi l'annessa carta); nei disegni di Maraldi (1704) il *Mare Cimmerio* e il *Mare delle Sirene*; nei disegni di Bianchini (1719) il *Mare Tirreno* e la penisola *Esperia*. Anche le posizioni dei punti principali determinate da Maedler (1830), da Kaiser (1862) e da me (1877-1879) si accordano fra loro in modo da escludere affatto l'idea di Schroeter, che le macchie di Marte siano nuvole o formazioni atmosferiche transitorie, come certamente sono quelle di Giove e di Saturno.

Marte ha dunque una topografia stabile, come la Terra e la Luna, e per quanto si può sapere, anche Mercurio. Tale stabilità si ravvisa tuttavia per Marte soltanto nelle forme generali, e non si estende agli ultimi particolari. Osservazioni continuate han posto fuor d'ogni dubbio negli ultimi tempi che molte regioni mutano di colore fra certi limiti, secondo la stagione che domina su quei luoghi, e secondo l'inclinazione, con cui sono percossi dai raggi solari. Tali mutazioni di colori hanno certamente luogo anche per molte parti della Terra, e sarebbero visibili ad uno spettatore collocato in Marte. Ma si osserva in questo una cosa, che certamente sulla Terra non ha luogo: i contorni delle grandi macchie possono subire cioè leggiere mutazioni, piccole rispetto alle dimensioni delle macchie stesse, ma pur tuttavia abbastanza grandi per rendersi cospicue anche a noi. Anche questi contorni non sono sempre ugualmente ben definiti. Molte minutissime particolarità si vedono meglio in certe epoche, e meno bene in certe altre; e possono da un tempo all'altro anche variar d'aspetto e di forma, senza che tuttavia si possa concepire alcun dubbio sulla loro identità. E finalmente è da notare, che Marte ha un'atmosfera abbastanza densa, ed una propria meteorologia, come sarà spiegato più innanzi. Tutte queste variazioni annunziano un sistema grandioso di processi naturali, che conferisce allo studio di Marte un interesse molto più grande di quello che deriverebbe dal semplice studio topografico di una superficie immutabile ed inerte, come sembra esser quella della Luna. Insomma il pianeta non è un deserto di arido sasso; esso vive, e la sua vita si manifesta alla superficie con un insieme molto complicato di fenomeni, ed una parte di questi fenomeni si sviluppa su scala abbastanza grande per riuscire osservabile agli abitatori della Terra. Vi è in Marte un mondo intiero di cose nuove da studiare, eminentemente proprie a destare la curiosità degli osservatori e dei filosofi, le quali daranno da lavorare a molti telescopi per molti anni, e saranno un grande impulso al perfezionamento dell'Ottica. Tale è la varietà e la complicazione dei fenomeni, che soltanto uno studio completo e paziente potrà rischiarare le leggi secondo cui quelli si producono, e condurre a conclusioni sicure e definite sulla costituzione fisica di un mondo tanto analogo al nostro sotto certi rispetti, e pur sotto altri tanto diverso.

Non si creda tuttavia di poter accedere a questo studio così attraente senza aiuto ottico proporzionato alla difficoltà della cosa. La sempre grande distanza del pianeta, e la piccolezza relativa[6] del medesimo non permettono di usare con molto frutto amplificazioni inferiori a 200 e 300, né telescopi di lente obbiettiva inferiore in diametro a 20 centimetri: questo nelle *grandi opposizioni*, come quelle del 1877 e del 1892. Ma nelle opposizioni meno favorevoli (ed in quelle appunto suole Marte dispiegare i suoi fenomeni più curiosi) lo studio dei più delicati particolari non si può far bene con amplificazioni minori di 500 e 600 diametri, quali si possono avere soltanto da telescopi dell'apertura di 40 centimetri o più.

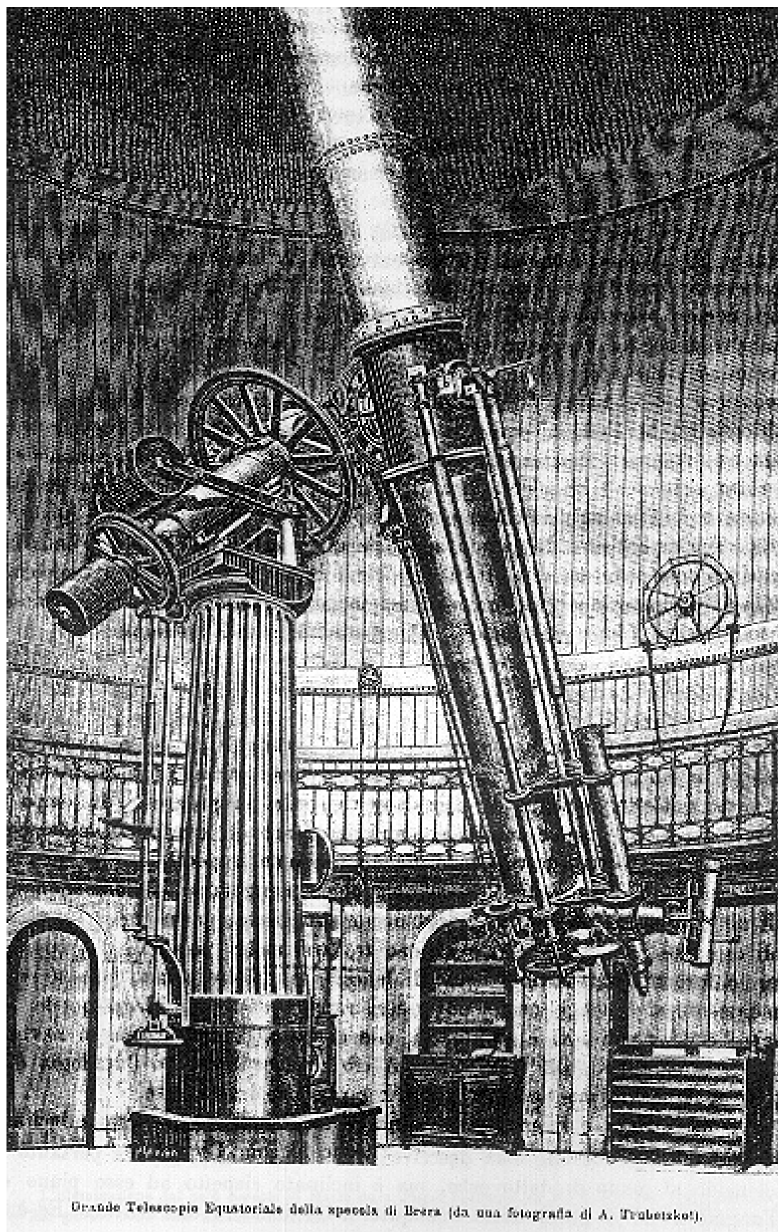
Le due carte annesse sono state fatte appunto con istrumenti della forza che ho detto. L'emisfero australe, il quale a causa dell'inclinato asse di Marte suole presentarsi meglio alla nostra vista nelle grandi opposizioni, che nelle altre, è stato rilevato principalmente negli anni 1877-1879, con un telescopio di 22 centimetri d'apertura. Ma per l'emisfero boreale, che si presenta in prospettiva conveniente soltanto nelle opposizioni meno favorevoli, si è potuto negli anni 1888 e 1890 approfittare di un istrumento molto più grande, il cui vetro obbiettivo ha 49 centimetri di diametro, e permette di spingere l'amplificazione di Marte fino a 500 e 650.

Non senza qualche interesse vedrà il lettore rappresentato nell'annessa pagina quest'ultimo istrumento, il più potente che sia uscito delle officine di Germania. La sua collocazione a Brera fu decretata dal Re e dal Parlamento nel 1878; ogni volta che lo consideriamo esso richiama a noi la memoria di quell'uomo non facilmente dimenticabile, che fu Quintino Sella, ai cui uffici la Specola di Milano deve questo suo principale ornamento. La lente obbiettiva, lavorata in Monaco da Merz successore di Fraunhofer, ha 49 centimetri di diametro nella parte libera; la

5 Una storia completa di tutte le osservazioni fisiche e topografiche fatte su Marte dalla metà del Secolo XVII fino al 1892 si ha nell'opera di Flammarion intitolata: *La Planète Mars et ses conditions de habitabilité: synthèse générale de toutes les observations, climatologie, météorologie, aréographie, continents, mers et rivages, eaux et neiges, saisons et variations observées: illustré de 580 dessins télescopiques, et 23 cartes.* Paris 1892. 600 pag. in grande 8°.

6 Il suo diametro sta a quello della terra in rapporto prossimamente di uno a due, o più esattamente di 11:21. Un grado geografico, che sul globo della terra rappresenta 60 miglia di 1852 metri ciascuno, sul globo di Marte rappresenta quasi esattamente 60 chilometri.

macchina che porta il telescopio e permette di dirigere con tutta facilità in cinque minuti la gran mole verso qualunque plaga del cielo, è un vero prodigio della meccanica moderna e fu lavorata in Amburgo dai fratelli Repsold. La sua parte mobile (che son parecchie tonnellate di metallo) può essere mossa dalla pressione di un dito ed aggiustato su qualunque astro colla stessa esattezza che si potrebbe ottenere per il più delicato microscopio. Un meccanismo d'orologio la porta in giro insieme al cielo intorno all'asse del mondo, per guisa, che diretto il telescopio ad un astro, segue di questo la rivoluzione diurna, e l'astro appare immobile nel campo telescopico per tutto il tempo che si vuole. I molti organi sussidiari, che si veggono nella parte inferiore del tubo a portata dell'osservatore, servono alle diverse specie di operazioni, che con questo strumento si devono compiere.



Grande Telescopio Equatoriale della specola di Brera (da una fotografia di A. Trubetzkoi).

È questo il massimo dei telescopi esistenti in Italia[7] ma otto o dieci altri di esso maggiori sono stati costrutti o si stanno costruendo in diverse parti. Fra tutti giganteggia quello dell'Osservatorio di California, eretto sulla cima del Monte Hamilton, presso S. Francisco per legato di James Lick, ricco negoziante, che in tal modo volle assicurata presso i posteri la sua memoria. L'obbiettivo di questo colosso dell'ottica moderna ha 91 ½ centimetri di diametro, e da sé solo è costato l'egregia somma di 50 mila dollari (275000 lire a un dipresso). Tutto l'istrumento è, nella sua generale disposizione, poco dissimile da quello che qui sopra fu descritto, ma è due volte più grande in ogni

[7] Secondo in ordine di grandezza è il telescopio che con esempio degno d'imitazione il Dott. V. Cerulli eresse l'anno scorso a proprie spese nel suo osservatorio privato di Colle Urania presso Teramo (Abruzzi); il diametro della lente obbiettiva è di 40 centimetri.

dimensione. Ma fra non molto il telescopio Californiano sarà superato da un altro, per il quale già si hanno fusi i vetri in America: questo avrà non meno di 102 centimetri d'apertura, ed il suo costo è calcolato in 200 mila dollari (1.100.000 lire). E sarà collocato, non già nei climi variabili della nostra zona temperata, e tanto meno poi in mezzo al fumo e alla luce elettrica di una città grande; ma sopra una mediocre elevazione delle Ande peruviane, in un clima sereno, di aria tranquilla e temperata, benché posto nella zona torrida.

Quanto al telescopio di tre metri di diametro che si vuol preparare in Francia per l'esposizione del 1900, e sul quale già si è mosso tanto rumore, aspetteremo a parlarne quando sarà fatto. Non ha da essere un telescopio a vetri, come i precedenti, ma un telescopio *riflettore* nel quale la lente obbiettiva sarà surrogata da un grande specchio. Senza dubbio, la maggior facilità e la minore spesa di questa maniera di telescopio permetterà di raggiungere dimensioni molto maggiori che colle lenti di vetro: anzi esistono già in Inghilterra ed in Francia parecchi di tali strumenti da uno a due metri di diametro, i quali prestano utillissimi servizi in molte ricerche e segnatamente in tutte quelle che richiedono gran copia di luce senza molto riguardo alla precisione dell'immagine ottica: per esempio nello studio del calore lunare e nella chimica celeste. Ma quanto a visione distinta, gli specchi di grande dimensione finora si son dimostrati troppo inferiori alle lenti di corrispondente potenza: e riguardo all'esplorazione dei mondi planetari non sarà permesso di fondare sul futuro telescopio di Parigi molto grandi speranze.

III.

Già i primi Astronomi, che studiarono Marte col telescopio, ebbero occasione di notare sul contorno del suo disco due macchie bianco-splendenti di forma rotondeggiante e di estensione variabile. In progresso di tempo fu osservato, che mentre le macchie comuni di Marte si spostano rapidamente in conseguenza della sua rotazione diurna, mutando in poche ore di posizione e di prospettiva; quelle due macchie bianche rimangono sensibilmente immobili al loro posto. Si concluse giustamente da questo, dover esse occupare i poli di rotazione del pianeta, o almeno trovarsi molto prossime a quei poli. Perciò furono designate col nome di macchie o calotte polari. E non senza fondamento si è congetturato, dover esse rappresentare per Marte quelle immense congerie di nevi e di ghiacci, che ancor oggi impediscono ai navigatori di giungere ai poli della terra. A ciò conduce non solo l'analogia d'aspetto e di luogo, ma anche un'altra osservazione importante.

Come è noto dai principî di cosmografia, l'asse della terra è inclinato sul piano dell'orbe che essa descrive intorno al sole; l'equatore pertanto non coincide al piano di detto orbe, ma è inclinato rispetto ad esso piano dell'angolo di 23 ½ gradi, detto l'obliquità dello zodiaco o dell'eclittica. Ed è noto pure, come da questa semplice e quasi accidentale circostanza tragga origine una varietà di fatti, che sono del più grande influsso sui climi dei diversi paesi, producendo l'estate e l'inverno, e la diversa durata dei giorni e delle notti. Ora lo stesso precisamente avviene in Marte. Il suo equatore è inclinato rispetto al piano dell'orbita di quasi 25 gradi; e da tal disposizione ha origine la stessa vicenda delle stagioni e dell'irradiamento solare, la stessa varietà di climi e di giorni, che ha luogo sulla Terra. Marte ha dunque le sue zone climatiche, i suoi equinozi e i suoi solstizi, e simili vicende d'illuminazione. Per quanto concerne la durata dei giorni e delle notti il parallelismo è quasi completo nella zona torrida e nelle temperate: perché mentre il giorno terrestre solare è di 24 ore, il giorno solare di Marte è di 24 ore e quaranta minuti prossimamente. Circa l'andamento delle stagioni e delle lunghe giornate e notti del polo vi è questa differenza, che le nostre stagioni durano tre mesi ciascuna, quelle di Marte hanno una durata poco men che doppia, di 171 giorni in media: e i giorni e le notti del polo, che presso di noi sono di sei mesi a un dipresso, in Marte durano per un medio undici mesi.[8] Tal differenza è dovuta a questo principalmente, che l'anno di Marte è di 687 giorni terrestri, mentre il nostro è di soli 365.

Così stando le cose, è manifesto, che se le suddette macchie bianche polari di Marte rappresentano nevi e ghiacci, dovranno andar decrescendo di ampiezza col sopravvenire dell'estate in quei luoghi, ed accrescersi durante l'inverno. Or questo appunto si osserva nel modo più evidente. Nel secondo semestre dell'anno decorso 1892 fu in prospetto la calotta del polo australe; durante quell'intervallo, e specialmente nei mesi di Luglio e d'Agosto, anche osservando con cannocchiali affatto comuni era chiarissima di settimana in settimana la sua rapida diminuzione; quelle nevi (ora ben possiamo chiamarle tali), che da principio giungevano fino al 70° parallelo di latitudine, e formavano una calotta di oltre 2000 chilometri di diametro, si vennero progressivamente ritraendo al punto, che due o tre mesi dopo pochissimo più ne rimaneva, una estensione di forse 300 chilometri al maximum; e anche meno se ne vede adesso, negli ultimi giorni del 1892. In questi mesi l'emisfero australe di Marte ebbe la sua estate; il solstizio estivo essendo avvenuto il 13 Ottobre. Corrispondentemente ha dovuto accrescersi la massa delle nevi intorno al polo boreale; ma il fatto non fu osservabile, trovandosi quel polo nell'emisfero di Marte opposto a quello che riguarda la Terra. Lo

[8] Riferendoci tanto per Marte, che par la Terra, all'emisfero boreale, abbiamo le seguenti durate esatte delle stagioni in giorni terrestri:

	Primavera	Estate	Autunno	Inverno
Per la Terra giorni	93	93	90	89
Per Marte	199	182	146	160

L'illuminazione del polo boreale di Marte dura quindi continua per 381 giorni; quella del polo australe per 306 giorni; delle notti accade l'inverso.

squagliarsi delle nevi boreali è stato invece osservabile negli anni 1882, 1884, 1886.

Queste osservazioni del crescere e decrescere alterno delle nevi polari, abbastanza facili anche con cannocchiali di mediocre potenza, diventano molto più interessanti ed istruttive, quando se ne seguano assiduamente le vicende nei più minuti particolari, usando di strumenti maggiori. Si vede allora lo strato nevoso sfaldarsi successivamente agli orli; buchi neri e larghe fessure formarsi nel suo interno; grandi pezzi isolati, lunghi e larghi molte miglia staccarsi dalla massa principale, e sparire sciogliendosi poco dopo. Si vedono insomma presentarsi qui d'un colpo d'occhio quelle divisioni e quei movimenti dei campi ghiacciati, che succedono durante l'estate delle nostre regioni artiche secondo le descrizioni degli esploratori.

Le nevi australi offrono questa particolarità, che il centro della loro figura irregolarmente rotondeggiante non cade proprio sul polo, ma in un altro punto, che è sempre press'a poco il medesimo, e dista dal polo di circa 300 chilometri nella direzione del *Mare Eritreo*. Da questo deriva, che quando l'estensione delle nevi è ridotta ai minimi termini, il polo australe di Marte ne rimane scoperto; e quindi forse il problema di raggiungerlo è su quel pianeta più facile che sulla Terra. Le nevi australi sono in mezzo di una gran macchia oscura, che colle sue ramificazioni occupa circa un terzo di tutta la superficie di Marte, e si suppone rappresenti l'Oceano principale di esso. Se questo è, l'analogia con le nostre nevi artiche ed antartiche si può dire completa, e specialmente colle antartiche.

La massa delle nevi boreali di Marte è invece centrata quasi esattamente sul polo; essa è collocata nelle regioni di color giallo, che soglionsi considerare come i continenti del pianeta. Da ciò nascono fenomeni singolari, che non hanno sulla Terra alcun confronto. Allo squagliarsi delle nevi accumulate su quel polo durante la lunghissima notte di dieci mesi e più, le masse liquide prodotte in tale operazione si diffondono sulla circonferenza della regione nevata, convertendo in mare temporaneo una larga zona di terreno circostante; e riempiendo tutte le regioni più basse producono una gigantesca inondazione, la quale ad alcuni osservatori diede motivo di supporre in quella parte un altro Oceano, che però in quel luogo non esiste, almeno come mare permanente. Vedesi allora (l'ultima occasione a ciò opportuna fu nel 1884) la macchia bianca delle nevi circondata da una zona oscura, la quale segue il perimetro delle nevi nella loro progressiva diminuzione, e va con esso restringendosi sopra una circonferenza sempre più angusta. Questa zona si ramifica dalla parte esterna con strisce oscure, le quali occupano tutta la regione circostante, e sembrano essere i canali distributori, per cui le masse liquide ritornano alle loro sedi naturali. Nascono in quelle parti laghi assai estesi, come quello segnato sulla carta col nome di *Lacus Hyperboreus*; il vicino mare interno detto *Mare Acidalio*, diventa più nero e più appariscente. Ed è a ritenere come cosa assai probabile, che lo scolo di queste nevi liquefatte sia la causa che determina principalmente lo stato idrografico del pianeta, e le vicende che nel suo aspetto periodicamente si osservano. Qualche cosa di simile si vedrebbe sulla Terra, quando uno dei nostri poli venisse a collocarsi subitamente nel centro dell'Asia o dell'Africa. Come stanno oggi le cose, possiamo trovare un'immagine microscopica di questi fatti nel gonfiarsi che si osserva dei nostri torrenti allo sciogliersi dei nevai alpini.

I viaggiatori delle regioni artiche hanno frequente occasione di notare, come lo stato dei ghiacci polari nel principio della state, ed ancor al principio di Luglio, è sempre poco favorevole al progresso dei viaggiatori; la stagione migliore per le esplorazioni è nel mese di Agosto, e Settembre è il mese, in cui l'ingombro dei ghiacci è minimo. Così pure nel Settembre sogliono essere le nostre Alpi più praticabili che in ogni altra epoca. E la ragione ne è chiara; lo scioglimento delle nevi richiede tempo; non basta l'alta temperatura, bisogna che essa continui, ed il suo effetto sarà tanto maggiore, quanto più prolungato. Se quindi noi potessimo rallentare il corso delle stagioni, così che ogni mese durasse sessanta giorni invece di trenta; nell'estate in tal modo raddoppiata lo scioglimento dei ghiacci progredirebbe molto di più e forse non sarebbe esagerazione il dire che la calotta polare al fine della calda stagione andrebbe interamente distrutta. Ma non si può dubitare ad ogni modo, che la parte stabile di tale calotta sarebbe ridotta a termini molto più angusti, che oggi non si veda. Ora questo appunto succede in Marte. Il lunghissimo anno quasi doppio del nostro permette ai ghiacci di accumularsi durante la notte polare di 10 o 12 mesi in modo, da scendere sotto forma di strato continuo fino al parallelo 70° ed anche più basso; ma nel giorno che segue di 12 o 10 mesi il Sole ha tempo di liquefare tutta o quasi tutta quella neve di recente formazione, riducendola a sì poca estensione, da sembrare a noi nulla più che un punto bianchissimo. E forse tali nevi si struggono intieramente, ma di questo finora non si ha alcuna sicura osservazione.

Altre macchie bianche di carattere transitorio e di disposizione meno regolare si formano sull'emisfero australe nelle isole vicine al polo; e così pure nell'emisfero opposto regioni biancheggianti appaiono talvolta intorno al polo boreale fino al 50° e 55° parallelo. Sono forse nevicate effimere, simili a quelle che si osservano nelle nostre latitudini. Ma anche nella zona torrida di Marte si vedono talora piccolissime macchie bianche più o meno persistenti, fra le quali una fu da me veduta in tre opposizioni consecutive (1877-1882) nel punto segnato sui nostri planisferi dalla longitudine 268° e dalla latitudine 16° nord. Forse è permesso congetturare in questi luoghi la esistenza di montagne capaci di nutrire vasti ghiacciai. L'esistenza di tali montagne è stata supposta anche da alcuni recenti osservatori, sul fondamento di altri fatti.

Quanto si è narrato delle nevi polari di Marte prova in modo incontrastabile, che questo pianeta, come

la Terra, è circondato da un'atmosfera capace di trasportar vapori da un luogo all'altro. Quelle nevi infatti sono precipitazioni di vapori condensati dal freddo e colà successivamente portati; ora come portati, se non per via di movimenti atmosferici? L'esistenza di un'atmosfera carica di vapori è stata confermata anche dalle osservazioni spettrali, principalmente da quelle di Vogel; secondo il quale tale atmosfera sarebbe di composizione poco diversa dalla nostra, e sopratutto *molto ricca di vapore acqueo*. Fatto questo sommamente importante, perché ci dà il diritto di affermare con molta probabilità, che d'acqua e non d'altro liquido siano i mari di Marte e le sue nevi polari. Quando sarà assicurata sopra ogni dubbio questa conclusione, un'altra ne discenderà non meno grave; che le temperature dei climi marziali, malgrado la maggior distanza dal Sole, sono del medesimo ordine che le temperature terrestri. Perché se fosse vero quanto fu supposto da alcuni investigatori, che la temperatura di Marte sia in media molto bassa (di 50° a 60° sotto lo zero!) non potrebbe più il vapor acqueo essere uno degli elementi principali dell'atmosfera di Marte, né potrebbe l'acqua essere uno dei fattori importanti delle sue vicende fisiche; ma dovrebbe lasciare il luogo all'acido carbonico o ad altro liquido, il cui punto di congelazione sia molto più basso.

Gli elementi della meteorologia di Marte sembrano dunque aver molta analogia con quelli della meteorologia terrestre. Non mancano però, come è da aspettarsi, le cause di dissomiglianza. Anche qui, da circostanze di piccol momento trae la Natura un'infinita varietà nelle sue operazioni. Di grandissima influenza dev'esser la diversa maniera, con cui in Marte e sulla Terra veggonsi ordinati i mari ed i continenti; su di che uno sguardo alla carta dice più che non si farebbe con molte parole. Già abbiamo accennato al fatto delle straordinarie inondazioni periodiche, che ad ogni rivoluzione di Marte ne allagano le regioni polari boreali allo sciogliersi delle nevi: aggiungeremo ora, che queste inondazioni diramate a grandi distanze per una rete di numerosi canali, forse costituiscono il meccanismo principale (se non unico), per cui l'acqua (e con essa la vita organica) può diffondersi sulla superficie asciutta del pianeta. Perché infatti su Marte piove molto raramente, *o forse anche non piove affatto*. Ed eccone la prova.

Portiamoci coll'immaginazione nello spazio celeste, in un punto distante dalla Terra così, da poterla abbracciare d'un solo colpo d'occhio. Molto andrebbe errato colui, che sperasse veder di là riprodotta in grande scala la immagine dei nostri continenti coi loro golfi ed isole e coi mari che li circondano, quale si vede nei nostri globi artificiali. Qua e là senza dubbio si vedrebbero trasparire sotto un velo vaporoso le note forme, o parti di esse. Ma una buona parte (forse la metà) della superficie sarebbe fatta invisibile da immensi campi di nuvole, continuamente variabili di densità, di forma e di estensione. Tale ingombro, più frequente e più continuato nelle regioni polari, impedirebbe ancora per circa la metà del tempo, la vista delle regioni temperate, distribuendosi su di esse in capricciose e perpetuamente variate configurazioni; sui mari della zona torrida si vedrebbe disposto in lunghe fasce parallele, corrispondenti alle zone delle calme equatoriali e tropicali. Per uno spettatore posto nella Luna, lo studio della nostra geografia non sarebbe un'impresa tanto semplice, quanto si potrebbe immaginare.

Nulla di questo in Marte. In ogni clima e sotto ogni zona la sua atmosfera è quasi perpetuamente serena e trasparente abbastanza per lasciar riconoscere a qualunque momento i contorni dei mari e dei continenti, e per lo più anche le configurazioni minori. Non già che manchino vapori di un certo grado di opacità; ma ben poco impedimento danno essi allo studio della topografia del pianeta. Qua e là vedonsi comparire di quando in quando alcune chiazze biancastre, mutar di posizione e di forma, di raro estendersi sopra aree alquanto ampie; esse prediligono di preferenza alcune regioni, come le isole del Mare Australe e sui continenti le parti segnate sulla carta coi nomi di *Elysium* e di *Tempe*. Il loro candore generalmente diminuisce e scompare nelle ore meridiane del luogo, e si rinforza la mattina e la sera con vicenda molto spiccata. È possibile che siano strati di nuvole, perché così bianche appajono pure le nubi terrestri nella parte superiore illuminata dal Sole. Però diverse osservazioni conducono a pensare, che si tratti piuttosto di sottili veli di nebbia, anziché di veri nembi apportatori di temporali e di piogge: se pure non sono temporanee condensazioni di vapore sotto forma di rugiada o di brina.

Adunque, per quanto è lecito argomentare dalle cose osservate, il clima di Marte nel suo generale complesso dovrebbe rassomigliare a quello delle giornate serene nelle alte montagne. Di giorno un'insolazione fortissima, quasi punto mitigata da nuvole o da vapori; di notte una copiosa irradiazione del suolo verso lo spazio celeste, e quindi un grande raffreddamento. Da ciò un clima eccessivo e grandi sbalzi di temperatura dal giorno alla notte e da una stagione all'altra. E come sulla Terra ad altezze di 5000 e 6000 metri i vapori dell'atmosfera più non si condensano che sotto forma solida, formando quelle masse biancastre di diacciuoli sospesi, che si chiamano *cirri*; così nell'atmosfera di Marte saranno raramente possibili (od anche non saranno possibili) vere agglomerazioni di nuvole capaci di dar luogo a piogge di qualche momento. Lo squilibrio di temperatura fra una stagione ed un'altra sarà poi accresciuto notabilmente dalla lunga durata delle medesime; e così si comprende la grande coagulazione e dissoluzione di nevi, che si rinnova intorno ai poli ad ogni rivoluzione compiuta dal pianeta intorno al Sole.

IV.

Come le nostre carte dimostrano,[9] nella sua generale topografia Marte non presenta alcuna analogia colla Terra. Un terzo della sua superficie è occupato dal gran Mare Australe, che è sparso di molte isole, e spinge entro ai continenti golfi e ramificazioni di varia forma; al suo sistema appartiene un'intiera serie di piccoli mari interni, dei quali l'*Adriatico* ed il *Tirreno* comunicano con esso per ampie bocche, mentre il *Cimmerio*, quello *delle Sirene*, e il *Lago del Sole* non hanno con esso relazione che per mezzo di angusti canali. Si noterà nei quattro primi una disposizione parallela, che certo non è accidentale, come pure non senza ragione è la corrispondente positura delle penisole *Ausonia*, *Esperia* ed *Atlantide*. Il colore dei mari di Marte è generalmente bruno misto di grigio, non sempre però di uguale intensità in tutti i luoghi, né nel medesimo luogo è uguale in ogni tempo. Dal nero completo si può scendere al grigio chiaro ed al cinereo. Tal diversità di colore può aver origine da varie cause, e non è senza analogia anche sulla Terra, dove è noto che i mari delle zone calde sogliono essere più oscuri che i mari più vicini al polo. Le acque del Baltico, per esempio, hanno un color luteo chiaro, che non si osserva nel Mediterraneo. E così pure nei mari di Marte si vede il colore farsi più cupo quando il sole si avvicina alla loro verticale e l'estate comincia a dominare in quelle regioni.

Tutto il resto del pianeta fino al polo Nord è occupato dalle masse dei continenti, nelle quali, salvo alcune aree di estensione relativamente piccola, predomina il colore aranciato, che talvolta sale al rosso più cupo, altre volte scende al giallo ed al biancastro. La varietà di questa colorazione è in parte d'origine meteorica, in parte può dipendere dalla diversa natura del suolo, e sulle sue cause ancora non è possibile appoggiare ipotesi molto fondate. Neppure è nota la causa di questo predominio delle tinte rosse e gialle sulla superficie del vecchio *Pyrois*. Alcuno ha creduto di attribuire questa colorazione all'atmosfera del pianeta, attraverso alla quale si vedrebbe colorata la superficie di Marte, come rosso diventa un oggetto terrestre qualsiasi, veduto a traverso vetri di tal colore. Ma a ciò si oppongono più fatti, fra gli altri questo, che le nevi polari appajono sempre del bianco più puro, benché i raggi di luce da esse derivati attraversino due volte l'atmosfera di Marte sotto una grande obliquità. Noi dobbiamo dunque concludere che i continenti marziali ci appajono rossi e gialli, perché tali veramente sono.

Oltre a queste regioni oscure e luminose, che noi abbiamo qualificato per mari e continenti, e la cui natura ormai non lascia luogo che a poco dubbio, alcune altre ne esistono, veramente poco estese, di natura anfibia, le quali talvolta ingialliscono e sembrano continenti, in altri tempi vestono il bruno (anche il nero in certi casi) e assumono l'apparenza dei mari; mentre in altre epoche la loro colorazione intermedia lascia dubitare a qual classe di regioni esse appartengano. Quasi tutte le isole sparse nel Mare Australe e nel Mare Eritreo appartengono a questa categoria, così pure le lunghe penisole chiamate *Regioni di Deucalione* e di *Pirra*, e in contiguità del Mare Acidalio le regioni segnate coi nomi di *Baltia* e di *Nerigos*. L'idea più naturale e più conforme all'analogia sembra quella di supporre in esse vaste lagune, su cui variando le profondità dell'acqua si produca la diversità del colore, predominando il giallo in quelle parti dove la profondità del velo liquido è ridotta a poco od anche a niente, e il colore bruno più o meno oscuro nei luoghi dove le acque sono tanto alte da assorbire molta luce e da rendere più o meno invisibile il fondo. Che l'acqua del mare o qualsiasi acqua profonda e trasparente veduta dall'alto appaja tanto più oscura quanto maggiore è l'altezza dello strato liquido, e che le terre in confronto di esse appajano chiare sotto l'illuminazione del Sole, è cosa nota e confermata da certissime ragioni fisiche. Chi viaggia nelle Alpi spesso ha occasione di convincersene, vedendo dalle cime neri come l'inchiostro stendersi sotto i suoi piedi i profondi laghetti di cui sono seminate, in confronto dei quali luminose appajono anche le rupi più nereggianti percosse dal sole.[10]

Non senza fondamento adunque abbiamo finora attribuito alle macchie oscure di Marte la parte di mari e quella di continenti alle aree rosseggianti che occupano quasi i due terzi di tutto il pianeta, e troveremo più tardi altre ragioni che confermano tal modo di vedere. I continenti formano nell'emisfero boreale una massa quasi unica e continua, sola eccezione importante essendo il gran lago detto *Mare Acidalio*, del quale l'estensione pare mutarsi secondo i tempi e connettersi in qualche modo colle inondazioni che dicemmo prodotte dallo sciogliersi delle nevi intorno al polo boreale. Al sistema del Mare Acidalio appartiene senza dubbio il lago temporario denominato *Iperboreo* ed il *Lago Niliaco*: quest'ultimo ordinariamente separato dal Mare Acidalio per mezzo di un istmo o diga regolare, la cui continuità soltanto nel 1888 fu vista interrompersi per qualche tempo. Altre macchie oscure minori si trovano qua e là nella parte continentale, le quali potrebbero rappresentare dei laghi, ma non certo laghi permanenti come i nostri; tanto sono variabili d'aspetto e di grandezza secondo le stagioni, al punto da scomparire affatto in date circostanze. Il *Lago Ismenio*, quello *della Luna*, il *Trivio di*

9 Son fatte queste carte secondo le solite convenzioni dei mappamondi in due emisferi, usando la proiezione detta omolografica. Presentano il pianeta invertito, come si vede nei cannocchiali astronomici; per tal ragione vedesi in basso il polo Nord, in alto il polo Sud. Coll'inversione del foglio si ottiene la consueta orientazione convenzionale delle carte terrestri.

10 Questa osservazione del colore oscuro che mostran le acque profonde vedute dall'alto in basso, si trova già fatta dal primo pittor delle memorie antiche, il quale nell'*Iliade* (versi 770-71 del libro V) descrive «la sentinella che dall'alta vedetta stende lo sguardo sopra il mare color del vino [*oínopa pónton*]». Nella versione del Monti l'aggettivo indicante il colore è andato perduto.

Caronte e la *Propontide* sono i più cospicui e i più durevoli. Ve ne sono di piccolissimi, quali il *Lago Meride* e il *Fonte di Gioventù*, che nella loro maggiore apparíscenza non superano i 100 o 150 chilometri di diametro e contano fra gli oggetti più difficili del pianeta.

Tutta la vasta estensione dei continenti è solcata per ogni verso da una rete di numerose linee o strisce sottili di color oscuro più o meno pronunziato, delle quali l'aspetto è molto variabile. Esse percorrono sul pianeta spazi talvolta lunghissimi con corso regolare, che in nulla rassomiglia l'andamento serpeggiante dei nostri fiumi; alcune più brevi non arrivano a 500 chilometri, altre invece si estendono a più migliaja, occupando un quarto ed anche talvolta un terzo di tutto il giro del pianeta. Alcuna di esse è abbastanza facile a vedere, e più di tutte quella che è presso l'estremo limite sinistro delle nostre carte, designata col nome di *Nilosyrtis*: altre invece sono estremamente difficili, e rassomigliano a tenuissimi fili di ragno tesi attraverso al disco. Quindi molto varia è altresì la loro larghezza, che può raggiungere 200 od anche 300 chilometri per la Nilosirte, mentre per altre forse non arriva a 30 chilometri.



Marte osservato col grande telescopio di Brera, la sera del 15 settembre 1892.

Queste linee o strisce sono i famosi *canali* di Marte, di cui tanto si è parlato. Per quanto si è fino ad oggi potuto osservare, sono certamente configurazioni stabili del pianeta; la Nilosirte è stata veduta in quel luogo da quasi cent'anni, ed alcune altre da trent'anni almeno. La loro lunghezza e giacitura è costante, o non varia che entro strettissimi limiti; ognuna di esse comincia e finisce sempre fra i medesimi termini. Ma il loro aspetto e il loro grado di visibilità sono assai variabili per tutte da un'opposizione ad un'altra, anzi talvolta da una settimana all'altra; e tali variazioni non hanno luogo simultaneamente e con ugual legge per tutte, ma nel più dei casi succedono quasi a capriccio, od almeno secondo regole non abbastanza semplici per essere subito intese da noi. Spesso una o più diventano indistinte od anche affatto invisibili, mentre altre loro vicine ingrossano al punto da diventar evidenti anche in cannocchiali di mediocre potenza. La prima delle nostre carte presenta tutte quelle che sono state vedute in una lunga serie di osservazioni; essa tuttavia non corrisponde all'aspetto di Marte in alcuna epoca, perché generalmente soltanto poche sono visibili di un tratto.[11]

Ogni canale (per ora chiamiamoli così) alle sue estremità sbocca o in un mare, od in un lago, od in un altro canale, o nell'intersezione di più altri canali. Non si è mai veduto uno di essi rimaner troncato nel mezzo del continente, rimanendo senza uscita e senza continuazione. Questo fatto è della più alta importanza. I canali possono intersecarsi fra di loro sotto tutti gli angoli possibili; ma di preferenza convergono verso le piccole macchie cui abbiamo dato il nome di laghi. Per esempio sette se ne veggono convergere nel *Lago della Fenice*, otto nel *Trivio di Caronte*, sei nel *Lago della Luna*, sei nel *Lago Ismenio*.

L'aspetto normale di un canale è quello di una striscia quasi uniforme nera o almeno di colore oscuro simile a quello dei mari, in cui la regolarità del generale andamento non esclude piccole diversità di larghezza e piccole sinuosità nei due contorni laterali. Spesso avviene che tal filetto oscuro, mettendo capo al mare, si allarghi in forma di tromba, formando una vasta baja, simile agli estuari di certi fiumi terrestri: il *Golfo delle Perle*, il *Golfo Aonio*, il *Golfo dell'Aurora*, e i due corni del *Golfo Sabeo* sono così formati dalla foce di uno o più canali sboccanti nel Mare Eritreo o nel

[11] La continua variabilità dei minuti particolari fa sì che una carta di Marte non può mai esser altro che una rappresentazione convenzionale o schematica della superficie del pianeta. Per aver un'idea esatta del suo aspetto fisico, quale si presenta nei telescopi, bisogna ricorrere ai disegni, dei quali molte centinaia si trovano raccolte nell'opera del Flammarion *La Planète Mars*. Un esempio ne dà la figura della pagina precedente, la quale è stata disegnata col grande telescopio di Brera nella sera del 15 settembre 1892. L'immagine è rovesciata, quale nel campo telescopico appariva. Il disco di Marte allora non era più rotondo, ma alquanto deficiente a cagione della non diretta illuminazione del Sole; rassomigliava alla Luna due giorni prima del plenilunio. Comparando il disegno colla carta è facile riconoscere in quello la costa molto accidentata del Mare Eritreo, che corre press'a poco lungo l'equatore del pianeta. Molto evidente è il doppio corno del Golfo Sabeo, e a destra di esso il Golfo delle Perle. Il continente al di sotto dobbiamo immaginarlo giallo brillante, lo si vede solcato da parecchi canali, nei quali non sarà difficile ravvisare il Phison, l'Eufrate, l'Oronte, il Gehon, l'Indo, l'Idaspe e la Iamuna. L'Eufrate dava sospetto di esser duplicato. In alto del disco il Mare Eritreo e il Mare Australe appaiono divisi da una gran penisola curvata a guisa di falce, prodotta da una insolita appariscenza della regione detta di Deucalione, la quale si allungò quest'anno fino a raggiungere le isole Noachide ed Argyre, formando con queste un tutto continuato, con deboli traccie di separazione, sulla lunghezza di quasi 6000 chilometri. Il suo colore, molto meno brillante che quello dei continenti, era un misto del giallo di questi col bruno grigio dei mari contigui. In alto l'ovale chiara deve immaginarsi del bianco più splendido e più puro: rappresenta la calotta delle nevi australi, ridotta alla forma ellittica dallo scorcio della prospettiva, molto obliqua in quel luogo. Perché non bisogna mai dimenticare che davanti a noi abbiamo, sotto forma d'un disco, la curvatura d'un emisfero.

Mare Australe. L'esempio più grandioso di tali golfi è la *Gran Sirte*, formata dalla vastissima foce della *Nilosirte* già nominata; questo golfo non ha manco di 1800 chilometri di larghezza e quasi altrettanti di profondità nel senso longitudinale, e la sua superficie è di poco minore che quella del golfo di Bengala. In questi casi si vede manifestamente la superficie oscura del mare continuarsi senza apparente interruzione in quella del canale; quindi, ammesso che le superficie chiamate mari siano veramente espansioni liquide, non si può dubitare che i canali siano di esse un semplice prolungamento a traverso delle aree gialle, o dei continenti.

Che del resto le linee dette *canali* siano veramente grandi solchi o depressioni della superficie del pianeta destinate al passaggio di masse liquide, e costituiscano su di esso un vero sistema idrografico, è dimostrato dai fenomeni che in quelli si osservano durante lo struggersi delle nevi boreali. Già dicemmo che queste, nello sciogliersi appaiono circondate da una zona oscura, formante una specie di mare temporario. In tale epoca i canali delle regioni circostanti si fanno più neri e più larghi, ingrossando al punto da ridurre, in un certo momento, ad isole di poca estensione tutto le aree gialle comprese fra l'orlo della neve e il 60° parallelo nord. Tale stato di cose non cessa, se non quando le nevi, ridotte ormai al loro minimo di estensione, cessano di struggersi. Si attenuano allora le larghezze dei canali, scompare il mare temporario, e le aree gialle riprendono l'estensione primitiva. Le diverse fasi di questa grandiosa operazione si rinnovano ad ogni giro di stagioni ed i loro particolari si son potuti osservare con molta evidenza nelle opposizioni 1882, 1884, 1886, quando il pianeta presentava allo spettatore terrestre il suo polo boreale. L'interpretazione più naturale e più semplice è quella che abbiam riferito, di una grande inondazione prodotta dallo squagliarsi delle nevi; essa è interamente logica, e sostenuta da evidenti analogie con fenomeni terrestri. Concludiamo pertanto, che i canali son tali di fatto, e non solo di nome. La rete da essi formata probabilmente fu determinata in origine dallo stato geologico del pianeta, e si è venuta lentamente elaborando nel corso dei secoli. Non occorre suppor qui l'opera di esseri intelligenti; e malgrado l'apparenza quasi geometrica di tutto il loro sistema, per ora incliniamo a credere che essi siano prodotti dell'evoluzione del pianeta, appunto come sulla Terra il canale della Manica e quello di Mozambico.

Sarà un problema non men curioso che complicato e difficile lo studiare il regime di questi immensi corsi d'acqua, da cui forse dipende principalmente la vita organica sul pianeta, dato che vita organica vi sia. Le variazioni del loro aspetto dimostrano che questo regime non è costante: quando scompaiono o lasciano di loro traccie dubbie e mal definite è lecito supporre, che siano in magra, od asciutti affatto. Allora nel luogo dei canali rimane o niente, oppure al più una striscia di colore giallastro poco diverso dal fondo circostante. Talvolta prendono un aspetto nebuloso, di cui per ora non si saprebbe assegnar la ragione. Altre volte invece producono veri allagamenti, espandendosi a 100, 200 o più chilometri di larghezza, e questo avviene anche per canali molto lontani dal polo boreale secondo norme fin qui sconosciute. Così è avvenuto dell'*Idaspe* nel 1864, del *Simoenta* nel 1879, dell'*Acheronte* nel 1884, del *Tritone* nel 1888. Lo studio diligente e minuto delle trasformazioni di ciascun canale condurrà più tardi a conoscere le cause di questi fatti.

Ma il fenomeno più sorprendente dei canali di Marte è la loro *geminazione*; la quale sembra prodursi principalmente nei mesi che precedono e in quelli che seguono la grande inondazione boreale, intorno alle epoche degli equinozi. In conseguenza di un rapido processo, che certamente dura pochissimi giorni, od anche forse solo poche ore, e del quale i particolari non si sono ancora potuti afferrare con sicurezza, un dato canale muta d'aspetto e d'un tratto si trova trasformato su tutta la sua lunghezza in due linee o strisce uniformi, per lo più parallele fra di loro, che corrono dritte ed uguali con tracciamento geometricamente tanto esatto, quanto suole esser presso di noi quello di due rotaje di ferrovia. Ma questo esatto andamento è il solo termine di rassomiglianza colle dette rotaje: perché nelle dimensioni non vi è alcun paragone possibile, come del resto è facile immaginare. Le due linee seguono a un dipresso la direzione del primitivo canale, e terminano nei luoghi dov'esso terminava. L'una di esse spesso si sovrappone quanto più è possibile all'antica linea, l'altra essendo di nuovo tracciamento; ma anche in questo caso l'antica linea perde tutte le piccole irregolarità e curvature che poteva avere. Ma accade ancora, che ambe le linee geminate occupino dalle due parti dell'ex canale un terreno interamente nuovo. La distanza fra le due linee è diversa nelle diverse geminazioni, e da 600 chilometri e più scende fino all'ultimo limite, in cui due linee possono apparir separate nei grandi occhi telescopici, meno di 50 chilometri d'intervallo; la larghezza di ciascuna striscia per sé può variare dal limite di visibilità, che supponiamo 30 chilometri, fino a più di 100. Il colore delle due linee varia dal nero ad un rosso scialbo, che appena si distingue dal fondo giallo generale delle superficie continentali; l'intervallo è per lo più di questo giallo, ma in più casi è sembrato bianco. Le geminazioni poi non sono necessariamente legate ai soli canali, ma tendono anche prodursi sui laghi. Spesso si vede uno di questi trasformarsi in due brevi e larghe liste oscure fra loro parallele, tramezzate da una lista gialla. In questi casi naturalmente la geminazione è breve, e non esce dai limiti del lago primitivo.

Le geminazioni non si manifestano tutte insieme, ma arrivata la loro stagione cominciano a prodursi or qua, or là, isolate in modo irregolare, o almeno senza ordine facilmente riconoscibile. Per molti canali mancano affatto (come per la Nilosirte, a cagion d'esempio), o sono poco visibili. Dopo aver durato qualche mese, si affievoliscono gradatamente e scompajono fino ad una nuova stagione egualmente propizia a questo fenomeno. Così avviene che in certe altre stagioni

(specialmente presso il solstizio australe del pianeta) se ne vedono poche, od anche non se ne vede affatto. In diverse apparizioni la geminazione del medesimo canale può presentare diversi aspetti quanto a larghezza, intensità e disposizione delle due strisce: anche in qualche caso la direzione delle linee può mutarsi, benché di pochissima quantità; sempre però deviando di piccolo spazio dal canale con cui è associata strettamente. Da questa importante circostanza si comprende immediatamente, che le geminazioni non possono essere formazioni stabili della superficie di Marte, e di carattere geografico, come i canali. La seconda delle nostre carte può dare un'idea approssimativa dell'aspetto che presentano queste singolarissime formazioni. Essa comprende tutte le geminazioni osservate dal 1882 fino al presente; nel riguardarla bisogna tener a mente, che non di tutte l'apparizione è stata simultanea, e che pertanto quella carta non rappresenta lo stato di Marte in nessun'epoca; essa non è che una specie di registro topografico delle osservazioni finora fatte in diversi tempi su quel fenomeno.

L'osservazione delle geminazioni è una delle più difficili, e non può farsi che da un occhio bene esercitato, ajutato da un telescopio di accurata costruzione e di grande potenza. Ciò spiega perché non siano state vedute prima del 1882. Nei dieci anni trascorsi da quel tempo esse sono state vedute e descritte da otto o dieci osservatori. Nondimeno alcuni ancora negano che siano fenomeni reali e tacciano d'illusione (o anche d'impostura) coloro che affermano d'averle osservate.

Il loro singolare aspetto e l'esser disegnate con assoluta precisione geometrica, come se fossero lavori di riga o di compasso, ha indotto alcuni a ravvisare nelle medesime l'opera di esseri intelligenti, abitatori del pianeta. Io mi guarderò bene dal combattere questa supposizione, la quale nulla include d'impossibile. Notisi però che in ogni caso non potrebbero essere opere di carattere permanente, essendo certo, che una stessa geminazione può cambiare di aspetto e di misura da una stagione all'altra. Si possono tuttavia assumere opere tali, da cui una certa variabilità non sia esclusa, per esempio, lavori estesi di coltura e di irrigazione su larga scala. Aggiungerò ancora, che l'intervento di esseri intelligenti può spiegare l'apparenza geometrica delle geminazioni, ma non è punto necessario a tale intento. La geometria della Natura si manifesta in molti altri fatti, dai quali è esclusa l'idea di un lavoro artificiale qualunque. Gli sferoidi così perfetti dei corpi celesti e l'anello di Saturno non furon lavorati al tornio, e non è col compasso che Iride descrive nelle nubi i suoi archi così belli e così regolari; e che diremo delle infinite varietà di bellissimi e regolarissimi poliedri onde è ricco il mondo dei cristalli? E nel mondo organico, non è geometria bella e buona quella che presiede alla distribuzione delle foglie di certe piante, che ordina in figure stellate così simmetriche tanti fiori del prato, tanti animali del mare; che produce nelle conchiglie quelle spirali coniche così eleganti, da disgradarne ciò che di più bello ha fatto l'architettura gotica? In tutte queste cose le forme geometriche sono conseguenze semplici e necessarie di principi e di leggi che governano il mondo fisico e fisiologico. Che poi questi principi e queste leggi siano esplicazioni di una potenza intelligente superiore, possiamo ammetterlo; ma ciò nulla fa al presente argomento.

In omaggio dunque al principio, che nella spiegazione dei fatti naturali convenga sempre cominciare dalle supposizioni più semplici, le prime ipotesi proposte sulla natura e sulla causa delle geminazioni hanno per lo più messo in opera solamente le azioni della natura inorganica. Sono o effetti di luce nell'atmosfera di Marte, o illusioni ottiche prodotte da vapori in vario modo, o fenomeni glaciali d'un inverno perpetuo a cui sarebbe condannato tutto il pianeta, o crepature raddoppiate nella superficie di esso, o crepature semplici, di cui si duplica l'immagine per effetto di fumo eruttato su lunghe linee e spostato lateralmente dal vento. L'esame di questi ingegnosi tentativi conduce tuttavia a concludere, che nessuno di essi sembra corrispondere per intiero ai fatti osservati nel loro insieme e nei particolari. Alcune di tali ipotesi non sarebbero neppur nate, se i loro Autori avessero potuto esaminare le geminazioni coi proprii occhi. Che se alcuno di questi, ragionando *ad hominem*, mi domandasse: sapete voi immaginar qualche cosa di meglio? risponderei candidamente di no.

Più facile sarebbe il compito, se volessimo introdurre forze appartenenti alla natura organica. Qui è immenso il campo delle supposizioni plausibili, potendosi immaginare infinite combinazioni capaci di soddisfare alle apparenze, anche con piccoli e semplici mezzi. Vicende di vegetazione su vaste aree e generazioni d'animali anche minimi in enorme moltitudine potrebbero benissimo rendersi visibili a tanta distanza. A quel modo che un osservatore posto nella Luna potrebbe avvedersi delle epoche, in cui sulle nostre vaste pianure succede l'aratura dei campi, il nascere e la messe del frumento; a quel modo che il fiorir dell'erba nelle vastissime steppe dell'Europa e dell'Asia deve rendersi sensibile anche alla distanza di Marte per una varietà di colorazione; così può certamente rendersi visibile a noi un eguale sistema di operazioni che si produca in quegli astri. Ma come difficilmente i Lunari ed i Marziali potrebbero immaginare le vere cause di tali mutazioni d'aspetto senza aver prima qualche conoscenza almeno superficiale della natura terrestre: così anche per noi, che tanto poco conosciamo dello stato fisico di Marte e nulla del suo mondo organico, la grande libertà di supposizioni possibili rende arbitrarie tutte le spiegazioni di tal genere, e costituisce il più grave ostacolo all'acquisto di nozioni fondate. Tutto quello che possiamo sperare è, che col tempo si diminuisca gradatamente l'indeterminazione del problema, dimostrando, se non quello che le geminazioni sono, almeno quello che non possono essere. Dobbiamo anche confidare un poco in ciò, che Galileo chiamava *la cortesia della Natura*, in grazia della quale talvolta da parte inaspet-

tata sorge un raggio di luce ad illuminare argomenti prima creduti inaccessibili alle nostre speculazioni; di che un bell'esempio abbiamo nella chimica celeste. Speriamo adunque, e studiamo.

GIOVANNI SCHIAPARELLI.